

การประเมินการสูญเสียมวลชีวภาพจากการเกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง
บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง
โดยเทคนิคการสำรวจจากระยะไกล

ASSESSMENT OF BIOMASS LOSSES BY FOREST FIRE IN DRY
DECIDUOUS DIPTEROCARP FOREST AT HUAI KHA KHAENG
WILDLIFE SANCTUARY USING REMOTE SENSING TECHNIQUES

ยุทธนา แสงทอง¹
กาญจน์เขจร ฐีฬ²

Yuttana Sangthong¹
Kankhajane Chuchip²

ABSTRACT

Remote sensing techniques have been applied for the assessment of biomass losses caused by forest fire in dry deciduous dipterocarp forest at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary. This study is to find out the relationships between the quantity of surface biomass in forms of the quantity of leaf surface fuel as a dependent variable (Y) and fractional green vegetation cover (fc), and other vegetation indices derived from Landsat 5 TM image as independent variables (X). Regression Analysis was adopted for describing the relationships. The best suited relationship equation was used to estimate the quantity of surface biomass, in terms of the quantity of leaf surface fuel in the study area. This led to be able to assess the surface biomass losses in forms of the quantity of leaf surface fuel from forest fire in the study area.

The study indicated that the quantity of surface biomass in forms of the quantity of leaf surface fuel in dry deciduous dipterocarp forest could be estimated from Landsat 5 TM imagery. The multiple linear equation described relationships between the quantity of leaf surface fuel (Y) and fractional green vegetation cover (fc), IR/R ratio was the best suitable equation. The equation was

¹ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

² ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

$Y = 3284.036 (fc) - 855.018 (IR/R) + 559.036 (R^2 = 0.598)$. The average quantity of leaf surface fuel was 499.82 kilogram per rai. The percentage of the quantity of leaf surface fuel losses caused by forest fire was 35.34 percent. The quantity of leaf surface fuel losses caused by forest fire in dry deciduous dipterocarp forest was 6,359,971.21 kilograms or 6,359.97 tons. The burned area from forest fire in dry deciduous dipterocarp forest was estimated at 36,005.85 rai in 2005.

บทคัดย่อ

การใช้เทคนิคการสำรวจจากระยะไกลเพื่อประเมินการสูญเสียมวลชีวภาพจากการเกิดไฟป่า ในพื้นที่ป่าเต็งรัง ในบริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง นั้นได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูปปริมาณเชื้อเพลิงใบ ที่กำหนดให้เป็นตัวแปรตาม (Y) กับค่าสัดส่วนของสิ่งปกคลุมพืชสีเขียว (fc) และค่าดัชนีพืชพรรณแบบต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ที่กำหนดให้เป็นตัวแปรอิสระ (X) ซึ่งทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อหาสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมในการประมาณค่าปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูปปริมาณเชื้อเพลิงใบในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการประเมินการสูญเสียมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูปปริมาณเชื้อเพลิงใบจากการเกิดไฟป่า ทั้งพื้นที่ศึกษา

ผลการศึกษา พบว่า การประมาณค่าปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูปปริมาณเชื้อเพลิงใบ ในป่าเต็งรัง จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM สมการรูปแบบเส้นตรงของความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ (Y) กับค่าสัดส่วนของสิ่งปกคลุมพืชสีเขียว (fc) และค่าการหารแบบง่าย (simple division ; IR/R) เป็นสมการที่ดีที่สุด คือ $Y = 3284.036(fc) - 855.018(IR/R) + 559.036 (R^2 = 0.598)$ ได้ปริมาณเชื้อเพลิงใบ เฉลี่ยเท่ากับ 499.82 กิโลกรัมต่อไร่ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงใบจากการเกิดไฟป่า เท่ากับ 35.34% ปริมาณการสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงใบจากการเกิดไฟป่าในพื้นที่ป่าเต็งรัง เท่ากับ 6,359,971.21 กิโลกรัม หรือ 6,359.97 ตัน และประมาณพื้นที่ที่เกิดไฟป่าในพื้นที่ป่าเต็งรัง เท่ากับ 36,005.85 ไร่ ในปี 2548

คำนำ

ไฟป่าในประเทศไทยนั้นเกิดขึ้นเป็นประจำเกือบทุกปีโดยเฉพาะในฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงพฤษภาคม โดยเฉพาะในพื้นที่ป่าผลัดใบ คือ ป่าเต็งรัง และป่าผสมผลัดใบ ซึ่งถูกไฟเผาทำลายได้ง่าย ผลของไฟป่าดังกล่าว ทำให้สภาพหรือพื้นที่ป่าไม่เปลี่ยนแปลงไป คือ มวลชีวภาพของสิ่งปกคลุมดินบนพื้นป่าสูญเสียไป ทำให้สภาพแวดล้อมของป่าเปลี่ยนแปลงและถือว่าการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

(CO₂) สู่บรรยากาศ ที่ส่งผลกระทบทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศได้ ดังนั้นการได้ทราบถึงข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของสิ่งปกคลุมดิน หรือ ปริมาณการสูญเสียมวลชีวภาพของสิ่งปกคลุมดินบนพื้นป่าดังกล่าว จากการเกิดไฟป่า จะช่วยให้มีข้อมูลสำหรับการวางแผนเพื่อดำเนินการควบคุมไฟป่าได้อย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น และยังทำให้มีข้อมูลที่ชัดเจนสำหรับประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนทราบถึงบทบาทของไฟป่า เพื่อเป็นการกระตุ้นจิตสำนึกให้มากขึ้นในการร่วมกันแก้ปัญหาไฟป่า

ปัจจุบันได้มีการนำวิทยาการด้านการสำรวจจากระยะไกล (remote sensing) มาประยุกต์ใช้ในหลายๆ ด้านด้วยกัน เช่น ด้านป่าไม้ อุทกศาสตร์ การเกษตร ธรณีวิทยา สมุทรศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งข้อมูลจากการสำรวจจากระยะไกลสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ทันต่อเหตุการณ์ ครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง สะดวกรวดเร็ว และมีความถูกต้องแม่นยำสูง การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำเทคนิคการสำรวจจากระยะไกลมาประยุกต์ใช้ในการประเมินการสูญเสียมวลชีวภาพจากการเกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง ซึ่งจะทำให้ทราบถึงปริมาณการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพเหนือพื้นดินจากการเกิดไฟป่าในป่าประเภทนี้ได้รวดเร็วขึ้นและช่วยให้มีข้อมูลสำหรับการวางแผนเพื่อดำเนินการควบคุมไฟป่าได้อย่างเหมาะสมรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้ คือ

1. อุปกรณ์สำนักงาน ได้แก่ แผนที่แสดงลักษณะ ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM บริเวณพื้นที่ทำการศึกษา ใน 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงก่อนระยะผลัดใบ (ใช้ในการหาปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดิน) และช่วงการเกิดไฟป่า (ใช้ในการแปลตีความพื้นที่ที่เกิดไฟป่า) คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โปรแกรมประมวลผลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและภูมิสารสนเทศ และเครื่องพิมพ์

2. อุปกรณ์ภาคสนาม ได้แก่ เทปวัดระยะ เข็มทิศ เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ เครื่องมือวัดความสูงของต้นไม้ กระจกฉาย เครื่องชั่ง scale หยาด เครื่องชั่ง scale ละเอียด ตู้อบ กล้องถ่ายภาพ

อุปกรณ์เครื่องเขียน แบบบันทึกข้อมูล และเครื่องบอกพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ด้วยดาวเทียม (Global Positioning System ; GPS)

วิธีการ

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิง ทำการสุ่มเลือกจุดสำรวจในป่าเต็งรัง บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ในพื้นที่ที่ไม่ถูกไฟไหม้ และพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ โดยกำหนดจุดสำรวจ พื้นที่ละ 30 จุดสำรวจ ดังนั้นได้จุดสำรวจทั้งหมด 60 จุดสำรวจ แต่ละจุดสำรวจทำการวางแนวสำรวจออกไป 4 ด้าน ด้านละ 60 เมตร จากนั้นทำการวางแปลงตัวอย่างขนาด 1 X 1 เมตร ที่จุดกึ่งกลางจุดสำรวจ และที่ระยะ 30 เมตร ของแต่ละด้าน รวมได้แปลงตัวอย่างเก็บสภาพเชื้อเพลิงทั้งหมด 9 แปลง ในแต่ละจุดสำรวจ ดัง Figure 1

ในการเก็บข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงในแปลงตัวอย่าง จะจำแนกข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงที่เก็บออกเป็น 3 ประเภทคือ ข้อมูลวัชพืช ได้แก่ หญ้า ไม้ล้มลุกอื่นๆ รวมถึงกล้าไม้ ลูกไม้ ขนาดเล็กทุกชนิดที่ยังมีชีวิตอยู่บริเวณผิวดิน ข้อมูลซากพืช ได้แก่ เศษใบไม้ กิ่งไม้ที่ร่วงหล่นอยู่บนพื้นป่า และมูลคดฟี่ (duff) หรือซากพืชที่กำลังถูกย่อยสลาย โดยแต่ละแปลงตัวอย่างจะเก็บข้อมูล ดังนี้ คือ

1.1 บันทึกข้อมูลความสูงของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท โดย ใบไม้ กิ่งไม้ และมูลคดฟี่ (duff) วัดขึ้นความหนาที่สะสมอยู่บนพื้นป่า หญ้า และไม้ล้มลุกอื่นๆ รวมถึงกล้าไม้ ลูกไม้ วัดความสูงของต้น

1.2 เก็บและบันทึกน้ำหนักสดของเชื้อเพลิงแต่ละประเภททั้งหมดในแปลงตัวอย่างขนาด 1 X 1 เมตร ด้วยเครื่องชั่ง scale หยาด ในกรณีของเชื้อเพลิงมีชีวิต ได้แก่ หญ้าและไม้ล้มลุกอื่นๆ รวมถึงกล้าไม้ ลูกไม้ ให้ตัดตรงโคนต้นบริเวณที่ติดดิน

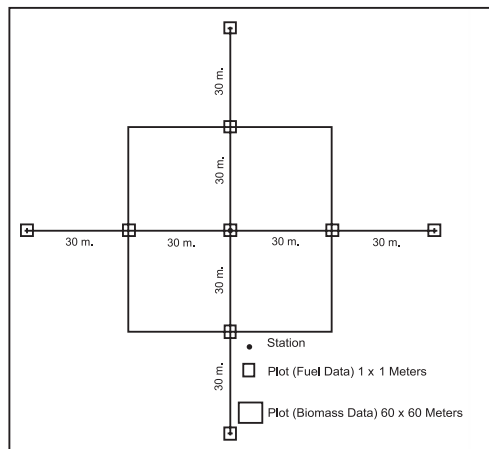


Figure 1. Plot Fuel Data (1 X 1 meters) and Plot Biomass Data (60 X 60 meters)

1.3 นำตัวอย่างเชื้อเพลิงแต่ละประเภท ที่เก็บในแปลงตัวอย่างขนาด 1 X 1 เมตร ประมาณ 100-200 กรัม บรรจุลงกระดวยซึ่งน้ำหนักสดด้วย เครื่องชั่ง scale ละเอียด แล้วนำไปอบในห้องปฏิบัติการด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้งด้วยเครื่องชั่ง scale ละเอียด เพื่อหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น และนำค่าความชื้นไปคำนวณหาน้ำหนักแห้งของตัวอย่างเชื้อเพลิง และหาปริมาณทั้งหมดในรูปน้ำหนักแห้งต่อไป

นำค่าปริมาณเชื้อเพลิงในรูปน้ำหนักแห้งในพื้นที่ที่ไม่ถูกไฟไหม้ และพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ของป่าเต็งรัง ที่คำนวณได้ดังกล่าว ในแต่ละจุดสำรวจ มาทำการเทียบค่าให้เท่ากับขนาดจุดภาพของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ซึ่งมีขนาดจุดภาพเท่ากับ 30 X 30 เมตร

2. ข้อมูลมวลชีวภาพของใบ ทำการวางแผนแปลงตัวอย่างขนาด 60 X 60 เมตร บริเวณกึ่งกลางของจุดสำรวจ ในแต่ละจุดสำรวจที่ทำการเก็บข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงดังกล่าวแล้วในข้อ 1.1.1 บริเวณป่าเต็งรัง ในพื้นที่ที่ไม่ถูกไฟไหม้ และพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ รวมทั้งหมด 60 จุดสำรวจ เช่นกัน ดัง Figure 1 แล้วทำการบันทึกชนิดของต้นไม้ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

เพียงอก (DBH) ของต้นไม้ที่มีขนาดตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป โดยใช้เทปวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ และความสูงของต้นไม้ (H) โดยใช้เครื่องมือ Haga altimeter

ทำการคำนวณหามวลชีวภาพ (biomass)เหนือพื้นดินของต้นไม้ในแต่ละส่วน (ลำต้น กิ่ง ใบ) ในพื้นที่ป่าดังกล่าว โดยใช้สมการความสัมพันธ์ทางแอลโลเมตรีของ Ogino *et al.* (1967) นำค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของต้นไม้ในแต่ละส่วน (ลำต้น กิ่ง ใบ) ในพื้นที่ที่ไม่ถูกไฟไหม้ และพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ของป่าเต็งรัง ที่คำนวณได้จากสมการความสัมพันธ์ทางแอลโลเมตรีดังกล่าว ในแต่ละจุดสำรวจ มาทำการเทียบค่าให้เท่ากับขนาดจุดภาพของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ซึ่งมีขนาดจุดภาพเท่ากับ 30 X 30 เมตร

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ประเมินปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดิน ที่สูญเสียไปจากการเกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่ศึกษา แสดงเป็นผังภาพได้ดัง Figure 2 โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังนี้

1. การหาปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูปปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากการประมาณค่าจากข้อมูล

ภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในป่าเต็งรัง ดังนี้

1.1 การหาปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากค่าดัชนีพืชพรรณต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ (วันที่ 27 ต.ค. 47) และช่วงหลังระยะผลัดใบ (วันที่ 16 ก.พ. 48) ซึ่งได้แก่ ค่าสัดส่วนของสิ่งปกคลุมพืชสีเขียว (fractional green vegetation cover ; fc) ค่าการหารแบบง่าย (simple division ; IR/R) ค่าดัชนีความแตกต่างของความเป็นพืชพรรณ (Normalized Difference Vegetation Index ; NDVI) ค่าดัชนีความเป็นพืชพรรณ (Vegetation Index ; VI) (Barett and Curtus, 1992) ค่าดัชนีความสว่าง (brightness) ค่าดัชนีความเขียว (greenness) และค่าดัชนีความเปียก (wetness) (Kauth and Thomas, 1976)

นำค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ (ตัวแปรตาม) กับค่าดัชนีพืชพรรณแบบต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ และช่วงหลังระยะผลัดใบ ในป่าเต็งรังบริเวณพื้นที่ที่ไม่ถูกไฟไหม้ (30 จุดสำรวจ) ที่คำนวณได้ (ตัวแปรอิสระ) มาหาความสัมพันธ์กัน โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน โดยในขั้นแรกทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าวทั้งหมด โดยใช้การวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson เพื่อใช้ดูความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแต่ละตัว ซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอิสระแต่ละตัว รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระแต่ละตัว เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการเลือกตัวแปรอิสระที่เหมาะสมในการสร้างสมการ

ทำการหาสมการที่ดีที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบในป่าเต็งรัง โดยกำหนดรูปแบบสมการที่มีความสัมพันธ์ในรูปแบบอื่นๆ ได้แก่ แบบลอการิทึม แบบยกกำลัง และแบบเอ็กโพเนนเชียล

ซึ่งเป็นรูปแบบของสมการเส้นโค้ง

1.2 ทำการทดสอบค่าสมการปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากค่าดัชนีพืชพรรณต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ (วันที่ 27 ต.ค. 47) และช่วงหลังระยะผลัดใบ (วันที่ 16 ก.พ. 48) โดยนำค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบในป่าเต็งรัง ที่คำนวณได้จากสมการปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากค่าดัชนีพืชพรรณต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ และช่วงหลังระยะผลัดใบ มาทำการทดสอบความแตกต่างของข้อมูลว่าข้อมูลมีความแตกต่างกันหรือไม่ เพื่อดูว่าสมการปริมาณเชื้อเพลิงใบที่ได้จากค่าดัชนีพืชพรรณต่างๆ จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ และช่วงหลังระยะผลัดใบ ว่าสามารถใช้แทนกันได้หรือไม่ โดยทำการสุ่มข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงใบที่คำนวณได้จากทั้งสองสมการ มา 30 จุด (ตำแหน่งเดียวกัน) และใช้วิธีการทดสอบแบบ t-test

1.3 ทำการเลือกสมการที่ดีที่สุดในการประมาณค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากค่าดัชนีพืชพรรณต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) เป็นเงื่อนไขในการตัดสินใจซึ่งสมการที่ดีที่สุดที่ใช้ในการประมาณค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบในป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่ศึกษา คือ สมการที่มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) มากที่สุด

2. การประเมินหาปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดิน ในรูปปริมาณเชื้อเพลิงใบ ที่สูญเสียไปจากการเกิดไฟป่า จากการเก็บข้อมูลปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดิน ในรูปปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดินในป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่ที่ไม่ถูกไฟไหม้ และบริเวณพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดินจากการเกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่ศึกษา และเมื่อ

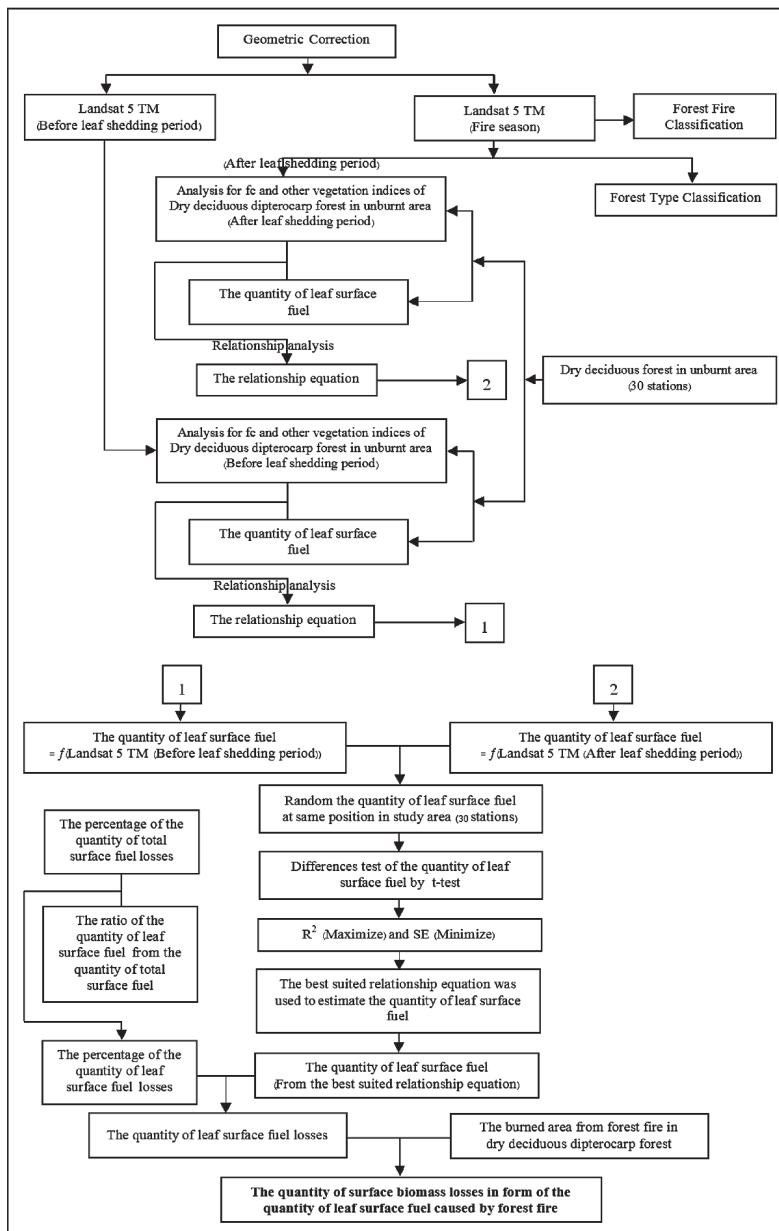


Figure 2. Flow chart of data analysis

นำเปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดินทั้งหมดมาคูณกับอัตราส่วนของปริมาณเชื้อเพลิงใบจากปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดินทั้งหมด ก็จะได้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงใบ เมื่อนำมาคูณกับค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบที่ป่าผลิตได้ใน 1 ปี ในป่าดังกล่าว (จากสมการประมาณค่าที่ดีที่สุด) ก็จะได้ปริมาณเชื้อ

เพลิงใบที่สูญเสียไปในรอบปีจากการเกิดไฟป่า บริเวณพื้นที่ศึกษา จากนั้นนำมาคำนวณหาเฉพาะในพื้นที่ที่เกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่ศึกษา ที่ได้จากการแปลตีความจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในปี 2548 ก็จะได้ปริมาณเชื้อเพลิงใบ ที่สูญเสียไปในรอบปีจากการเกิดไฟป่า ในปี 2548

ผลและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์หาปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดิน ที่สูญเสียไปจากการเกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งในครั้งนี้ พบว่า ป่าเต็งรังในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งนี้มีเนื้อที่เท่ากับ 197.311 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 123,319.297 ไร่

1. การหาปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูปปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากการประมาณค่าจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในพื้นที่ศึกษา

1.1 การหาปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากค่าดัชนีพืชพรรณต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ (วันที่ 27 ต.ค. 47) ซึ่งได้แก่ ค่า fc ค่า IR/R ค่า $NDVI$

ค่า VI ค่า Brightness ค่า Greenness และค่า Wetness พบว่า

จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson ที่ได้ และจากการนำตัวแปรอิสระ ซึ่งได้แก่ค่า fc และค่าดัชนีพืชพรรณแบบต่างๆ ดังกล่าวแล้วกับตัวแปรตาม คือ ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบในป่าเต็งรัง มาวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสม โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน เพื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการความสัมพันธ์ พบว่า มีตัวแปรอิสระ คือ ค่า IR/R เพียงตัวแปรเดียวเท่านั้นที่ถูกเลือกเข้าสู่สมการ ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยมีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ} = 285.256(IR/R) - 473.943$$

$$(R^2 = 0.5617)$$

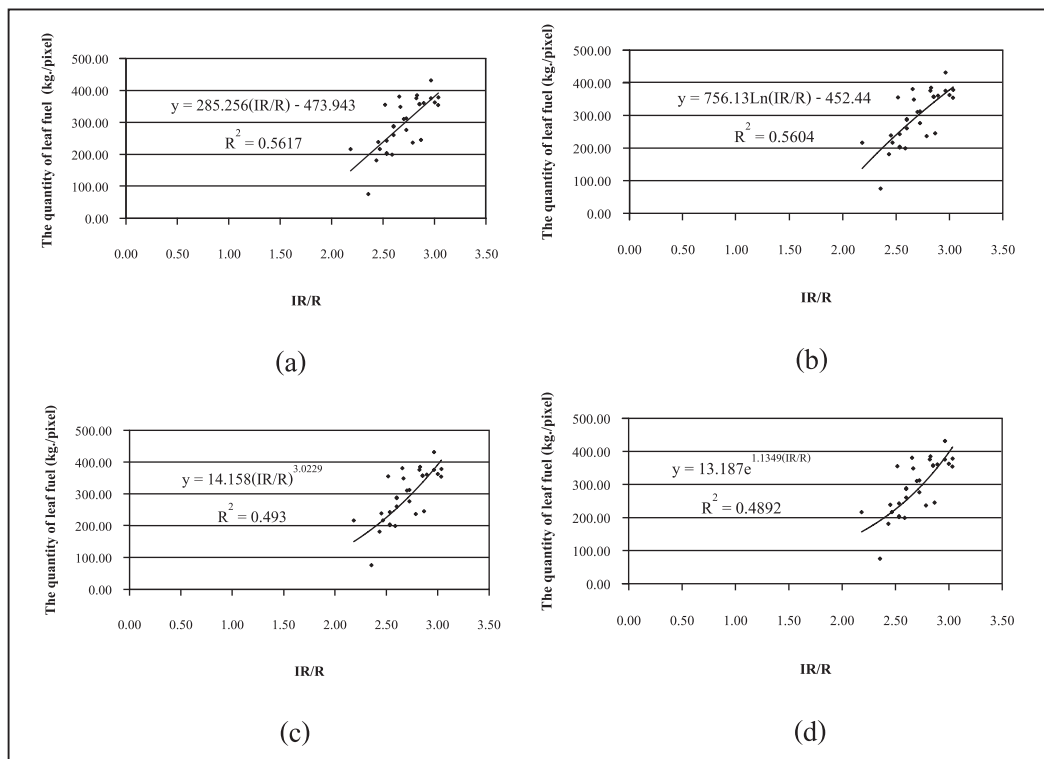


Figure 3. Scatter plot and the relationship equation between the quantity of surface leaf fuel in dry deciduous dipterocarp forest and IR/R in forms (a) linear (b) logarithmic (c) power (d) exponential

เมื่อทำการทดลองหาสมการที่ดีที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตาม (ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ) ที่มีค่า IR/R ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM เป็นตัวแปรอิสระ โดยกำหนดรูปแบบสมการที่มีความสัมพันธ์ในรูปแบบอื่นๆ ได้แก่ แบบลอการิทึม แบบยกกำลัง และแบบเอ็กโพเนนเชียล ซึ่งเป็นรูปแบบของสมการเส้นโค้ง แล้วแสดงเป็น Scatter Plot และรูปแบบของสมการดังกล่าวได้ ดังแสดงไว้ใน Figure 3 (b) (c) และ (d)

จาก Figure 3 เมื่อพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ของสมการในรูปแบบต่างๆ ดังกล่าว เพื่อเลือกรูปแบบสมการที่ดีที่สุด พบว่า สมการรูปแบบเส้นตรง มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) มากที่สุด เท่ากับ 0.5617 หมายความว่า ตัวแปรอิสระ คือ ค่า IR/R สามารถใช้พยากรณ์ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบได้ ร้อยละ 56.17 จึงได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบในป่าเต็งรัง กับค่า IR/R ในรูปแบบสมการแบบเส้นตรง เป็นสมการที่ดีที่สุด โดยมีสมการความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\text{ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ} = 285.256(\text{IR/R}) - 473.943 \\ (R^2 = 0.5617)$$

เมื่อนำค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ กับค่า IR/R ในป่าเต็งรัง มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) เพื่อหาค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติของสมการที่ได้ พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ($\alpha = 0.05$) ($F = 35.871$) มีช่วงวิกฤติ CR: $F \geq F_{0.05}(1, 28) = 4.20$

1.2 การหาปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากค่าดัชนีพืชพรรณต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในช่วงหลังระยะผลัดใบ (วันที่ 16 ก.พ. 48) ซึ่งได้แก่ ค่า fc ค่า IR/R ค่า NDVI ค่า VI ค่า Brightness ค่า Greenness และค่า Wetness

พบว่า

จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ Pearson ที่ได้ และจากการนำตัวแปรอิสระซึ่ง ได้แก่ ค่า fc และค่าดัชนีพืชพรรณแบบต่างๆ ดังกล่าวแล้วกับตัวแปรตาม คือ ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบในป่าเต็งรัง มาวิเคราะห์หาสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสม โดยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณแบบขั้นตอน เพื่อคัดเลือกตัวแปรอิสระเข้าสู่สมการความสัมพันธ์ พบว่า ได้สมการใน 2 รูปแบบ คือ สมการที่มีตัวแปรอิสระเพียงตัวแปรเดียวที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการ คือ ค่า fc และสมการที่มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการ คือ ค่า fc กับค่า IR/R ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยมีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

ตัวแบบสมการที่ 1

$$\text{ปริมาณเชื้อเพลิงใบ} = 503.891(\text{fc}) + 64.119 \\ (R^2 = 0.398)$$

ตัวแบบสมการที่ 2

$$\text{ปริมาณเชื้อเพลิงใบ} = 3284.036(\text{fc}) - 855.018 \\ (\text{IR/R}) + 559.036 \\ (R^2 = 0.598)$$

ดังนั้นในการพิจารณาเลือกตัวแบบสมการที่เหมาะสม จะพิจารณาจากตัวแบบสมการที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) สูง และมีความคลาดเคลื่อนจากการประมาณต่ำและเมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) ของตัวแบบสมการทั้ง 2 รูปแบบดังกล่าว เพื่อเลือกรูปแบบสมการที่ดีที่สุด แล้ว พบว่า สมการที่มีตัวแปรอิสระ 2 ตัว ที่ถูกคัดเลือกเข้าสู่สมการ คือค่า fc กับค่า IR/R มีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) มากกว่า ดังแสดงให้เห็นในตัวแบบสมการที่ 2 ดังนั้นจึงได้สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ กับค่า fc และค่า IR/R ในรูปแบบสมการแบบเส้นตรงเป็นสมการที่ดีที่สุด

เมื่อนำค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ กับค่า fc และค่า

IR/R ในป่าเต็งรัง มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance ; ANOVA) เพื่อหาค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติของสมการที่ได้ พบว่า มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($\alpha = 0.05$) ($F = 20.10$) มีช่วงวิกฤติ CR : $F \geq F_{0.05}(2, 27) = 3.35$

1.3 การทดสอบค่าสมการปริมาณเชื้อเพลิงใบ ที่ได้จากค่าดัชนีต่างๆ จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ (วันที่ 27 ต.ค. 47) และช่วงหลังระยะผลัดใบ (วันที่ 16 ก.พ. 48)

เมื่อนำสมการปริมาณเชื้อเพลิงใบ ที่ได้จากค่าดัชนีต่างๆ จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ และช่วงหลังระยะผลัดใบ มาคำนวณค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบในตำแหน่งพิกัดเดียวกัน (จำนวน 30 จุด) และจากการนำค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบทั้ง 2 แบบ คือ ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ และช่วงหลังระยะผลัดใบ ดังกล่าว มาตรวจสอบว่า ข้อมูลทั้งสองมีความแตกต่างกันหรือไม่ โดยใช้วิธีการทดสอบ t- test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

พบว่า ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบทั้ง 2 แบบ คือ ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ และช่วงหลังระยะผลัดใบ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($\alpha = 0.05$) ($t = 1.813$ และ $P\text{-value} = 0.080$) มีช่วงวิกฤติ CR : $t \geq F_{(0.025, 29)} = 2.045$ ด้วยเหตุนี้จึงสรุปได้ว่า สมการปริมาณเชื้อเพลิงใบในป่าเต็งรังที่ได้จากค่าดัชนีต่างๆ จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ และช่วงหลังระยะผลัดใบ สามารถใช้แทนกันได้

1.4 ทำการเลือกสมการที่ดีที่สุดในการประมาณค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากค่าดัชนีพืชพรรณต่างๆ ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในพื้นที่ศึกษา

จากการสร้างสมการประมาณค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในช่วงก่อนระยะผลัดใบ และช่วงหลังระยะผลัดใบ ซึ่งมีรูปแบบความสัมพันธ์ดังกล่าวแล้ว ซึ่งพบว่า สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อเพลิงใบ กับ ค่า f_c และ IR/R ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

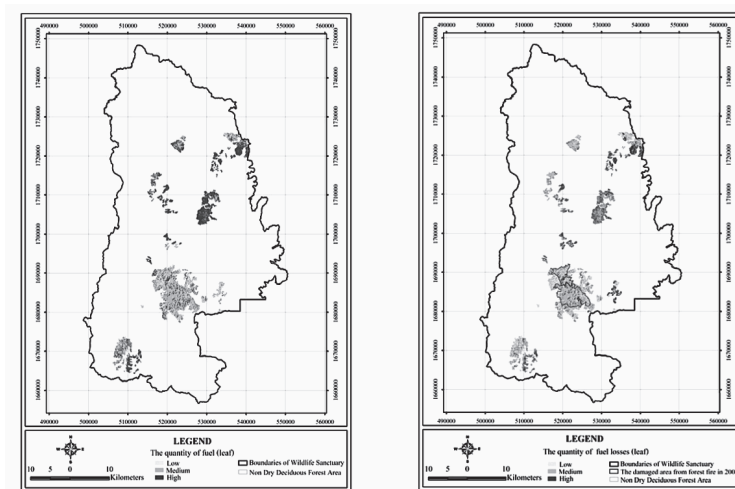


Figure 4. (a) The quantity of leaf surface fuel could be estimated from Landsat 5 TM imagery in dry deciduous dipterocarp forest at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary. (b) The quantity of leaf surface fuel losses caused by forest fire in dry deciduous dipterocarp forest and the burned area from forest fire at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary

Landsat 5 TM ในช่วงหลังระยะผลัดใบ เป็นสมการที่ดีที่สุดที่เลือกมาใช้ในการพยากรณ์ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบในพื้นที่ศึกษา เนื่องจากเป็นสมการความสัมพันธ์ที่ให้ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนด (R^2) มากที่สุด

ดังนั้น เมื่อนำสมการที่ดีที่สุดมาคำนวณค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบในป่าเต็งรังจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM โดยใช้ ค่า f_c และค่า IR/R เป็นตัวแปรอิสระ คิดเฉพาะพื้นที่ป่าเต็งรังที่อยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ซึ่งมีเนื้อที่เท่ากับ 197,311 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 123,319.297 ไร่ ได้ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบเฉลี่ยเท่ากับ 281.15 กิโลกรัมต่อจุดภาพ หรือ 499.82 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงดัง Figure 4 (a) และหากคำนวณจากข้อมูลที่ไดจากการเก็บข้อมูลภาคสนาม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 293.93 กิโลกรัมต่อจุดภาพ หรือ 522.54 กิโลกรัมต่อไร่

2. การประเมินหาปริมาณเชื้อเพลิงใบที่สูญเสียไปจากการเกิดไฟป่า ในพื้นที่ศึกษา

จากการเก็บข้อมูลปริมาณมวลชีวภาพของเชื้อเพลิงที่ผิวดินในป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่ที่ไม่ถูกไฟไหม้ และบริเวณพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ (พื้นที่ละ 30 จุดสำรวจ) บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง เมื่อนำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดินจากการเกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่ศึกษา โดยทำการเฉลี่ยค่าปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูป ปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดินในป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่ที่ไม่ถูกไฟไหม้ และบริเวณพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ทั้งพื้นที่ ได้ดังนี้ คือ

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดิน บริเวณพื้นที่ที่ไม่ถูกไฟไหม้ เฉลี่ยทั้งพื้นที่ = 772.10 กิโลกรัม/ไร่

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดิน บริเวณพื้นที่ที่ถูกไฟไหม้ เฉลี่ยทั้งพื้นที่ = 364.44 กิโลกรัม/ไร่

ดังนั้น ปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดินที่สูญเสียไปจากการเกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง เฉลี่ยทั้งพื้นที่ เท่ากับ $772.10 - 364.44 = 407.65$ กิโลกรัม/ไร่ และเปอร์เซ็นต์

การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดินจากการเกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง เท่ากับ 52.8 เปอร์เซ็นต์

เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดินทั้งหมด มาคูณกับสัดส่วนของปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากปริมาณเชื้อเพลิงที่ผิวดินทั้งหมดซึ่งมีค่าเท่ากับ 66.93 ก็จะได้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงใบ เท่ากับ 35.34 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้น เมื่อนำเปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากการเกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง มาคูณกับค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ ที่ป่าผลิตได้ใน 1 ปี (จากสมการประมาณค่าที่ดีที่สุด) จะได้ปริมาณเชื้อเพลิงใบที่สูญเสียไปในรอบปีของพื้นที่ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 99.36 กิโลกรัมต่อจุดภาพ หรือ 176.64 กิโลกรัมต่อไร่ แสดงดัง Figure 4 (b) จากการคำนวณปริมาณการสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากการเกิดไฟป่าบริเวณพื้นที่ที่เกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่ศึกษา ที่ได้จากการแปลตีความจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในปี 2548 ซึ่งมีพื้นที่ที่เกิดไฟป่า เท่ากับ 57.609 ตารางกิโลเมตร หรือ 36,005.848 ไร่ ได้ปริมาณเชื้อเพลิงใบ ที่สูญเสียไปในรอบปีจากการเกิดไฟป่าในปี 2548 ในป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่ศึกษา เท่ากับ 6,359,971.21 กิโลกรัม หรือ 6,359.97 ตัน

สรุป

การใช้เทคนิคการสำรวจจากระยะไกลเพื่อประเมินการสูญเสียมวลชีวภาพจากการเกิดไฟป่าในพื้นที่ป่าเต็งรัง บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง นั้นได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูปปริมาณเชื้อเพลิงใบที่กำหนดให้เป็นตัวแปรตาม (Y) กับค่าสัดส่วนของสิ่งปกคลุมพืชสีเขียว (f_c) และค่าดัชนีพืชพรรณแบบต่างๆ อันได้แก่ ค่า IR/R ค่า $NDVI$ ค่า VI ค่า Brightness ค่า Greenness และค่า Wetness จากข้อมูลภาพ

ถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ทั้งช่วงก่อน และ หลังระยะผลัดใบ ที่กำหนดให้เป็นตัวแปรอิสระ (X) ซึ่งทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอย เพื่อหาสมการความสัมพันธ์ที่เหมาะสมในการประมาณค่าปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูป ปริมาณเชื้อเพลิงใบ ในพื้นที่ศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการประเมินการสูญเสียมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูปปริมาณเชื้อเพลิงใบจากการเกิดไฟป่า บริเวณพื้นที่ศึกษา โดยพบว่า

ป่าเต็งรัง ในพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ที่มีเนื้อที่เท่ากับ 197,311 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 123,319,297 ไร่ จากการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

1. การหาปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูปปริมาณเชื้อเพลิงใบ จากการประมาณค่าจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM

การประมาณค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ ที่ได้จากค่าดัชนีพืชพรรณต่างๆ จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ได้สมการความสัมพันธ์แบบเส้นตรง กับค่า fc และค่า IR/R ในช่วงหลังระยะผลัดใบ เป็นสมการที่ดีที่สุด โดยมีสมการความสัมพันธ์ ดังนี้

ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบ

$$= 3284.036(fc) - 855.018(IR/R) + 559.036$$

$$(R^2 = 0.598)$$

ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบในป่าเต็งรัง จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM โดยใช้ค่าสัดส่วนปกคลุมพืชสีเขียว (fc) และค่า IR/R เป็นตัวแปรอิสระ คิดเฉพาะพื้นที่ป่าเต็งรัง ได้ค่าปริมาณเชื้อเพลิงใบเฉลี่ยเท่ากับ 499.82 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งเป็นค่าประมาณที่ต่ำกว่าค่าที่คำนวณจากข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลภาคสนาม ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 522.54 กิโลกรัมต่อไร่

2. การประเมินหาปริมาณมวลชีวภาพที่ผิวดินในรูป ปริมาณเชื้อเพลิงใบที่สูญเสียไปจากการเกิดไฟป่า พบว่า จากการศึกษเปอร์เซ็นต์การสูญเสียปริมาณ

เชื้อเพลิงใบในพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้ในการประเมินการสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงใบจากการเกิดไฟป่า พบว่ามี การสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงใบเท่ากับ 35.34 เปอร์เซ็นต์ เมื่อประมาณการสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงใบในรอบปีจากการเกิดไฟป่าในป่าเต็งรังแล้ว ได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 176.64 กิโลกรัมต่อไร่ และได้ปริมาณการสูญเสียปริมาณเชื้อเพลิงใบจากการเกิดไฟป่าบริเวณพื้นที่ที่เกิดไฟป่าในป่าเต็งรัง บริเวณพื้นที่ศึกษา ที่ได้จากการแปลตีความจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 5 TM ในปี 2548 ซึ่งมีพื้นที่ที่เกิดไฟป่า เท่ากับ 57.609 ตารางกิโลเมตร หรือ 36,005.848 ไร่ ได้ปริมาณเชื้อเพลิงใบที่สูญเสียไปในรอบปี จากการเกิดไฟป่าในปี 2548 ในป่าเต็งรัง ของพื้นที่ศึกษา คิดเป็นน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 6,359,971.21 กิโลกรัม หรือ 6,359.97 ตัน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- Barrett, E.C. and L.F. Curtis. 1992. **Introduction to Environmental Remote Sensing.** Chapman & Hall, London.
- Kauth, R. J., G. S. Thomas. 1976. **Tasseled Cap - a graphic description of the spectral-temporal development of agricultural crops as seen by Landsat.** Proceeding from Remotely Sensed Data Symposium, Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA.
- Ogino, K., D. Ratanawongs, T. Tsutsumi, and T. Shidei. 1967. **The Primary Production of Tropical Forests in Thailand.** The Southeast Asian Studies: Vol. V. No. 1. The Center for South-east Asian Studies, Kyoto, Japan.